

(昭和 29 年 5 月 造船協会春季講演会に於て講演)

13,000 噸浮船渠の建造に就て

(主として船殻工事に就て)

正員 工学士 松田 敏太郎

正員 工学士 市川 弘

Abstract.

Re : The Building of 13,000 K.T. Floating Dry Dock,
mainly concerning the Hull Construction Works.

By Toshitarō Matsuda, *Kogakushi, Member*
and Hiromu Itikawa, *Kogakushi, Member.*

Kawasaki Dockyard completed the floating dry dock of 13,000 KT. capacity on June 30 th, 1953 to fulfil its long cherished ambition.

This paper is intended to bring out some outstanding facts mainly in the field of the hull construction, describing work-procedures in general and the construction processes which Kawasaki had carried out during this project, thus to furnish with some information as a possible reference for future project of this nature.

The principal particulars of this floating dry dock are as follows :

Length over all	172.80 m
Length over pontoon	152.50 m
Breadth extreme	36.00 m
Inside serviceable breadth	26.40 m
Depth	17.30 m
$L \times B \times D$ of one pontoon	24.80 m $\times$ 36.00 m $\times$ 4.30 m
Clearance between each pontoon	0.80 m

The dock is consisted of 6 pontoons extending to 180 m length and 25.8 m breadth, thus enables to accomodate a ship of 20,000 D.W.T. However, it is so designed to accommodate up to about 28,000 D.W.T. ship by one-additional pontoon in future.

Due to the geographical conditions of the wharfside, and to utilize available occasions of the building berthes, the pontoons and side walls were constructed separately and connected on the sea successively in two units, namely fore part and aft part. In the mean time the dock site was properly dredged. Then the fore part and the aft part were connected by loading the central side wall blocks as the intermediate unit.

The launching of the pontoons took place with interval of 20 days 2 at a time, total in 3 occasions, while the side walls were constructed either 2 or 4 at a time with interval of 15 days, total in 6 occasions. The final side walls were loaded on the pontoons by 200 T floating crane during the same day in which they were completed. The steel weight used for one pontoon was about 575 KT. and for one side wall was about 180 KT.

Outstanding remarks of the hull construction could be summarized in the following 5 items.

i) Throughout this building, saving of labour and material cost were demanded as strictly as rapid progress of the schedule on the berth. For this reason, the hull construction was

standardized by applying welding block system and special procedures were adopted, such as extensive application of the automatic welding, adoption of no-marking work process, mass production on a single positioner, progressive assembling on a definite skid and leaving out of the tank pressure tests.

ii) Each pontoon was constructed so that it can be easily detached from beneath the side wall making 90 degrees rotation to the side wall to be able to self dock for the repair. In this purpose each pontoon was constructed perfectly interchangeable. Technically, therefore, special effort was made in this particular point that the connection of respective pontoon to the side wall is to coincide with alternative ones.

iii) It was quite difficult problem from various view-points to execute without marked failure to connect the side walls to the pontoons on the sea with successful loading, especially in the case of the central side wall. These difficult works were carried out under the daylight with most careful preparation and by means of the suitable ballast shifting.

iv) As it was unable to determine the standard line of the ship-wright works on the sea, quite different from the construction works on the berth, the pontoons and sidewalls were correctly marked on the shore, in order to be used for both the basis of the side wall connection and the base line of deflection measurement on the sea.

v) To determine the final base line, the alignment by the light was applied over all length of the pontoon before and after the sinking and floating test. This alignment procedure was of the largest scale on the sea ever carried out by the yard.

The floating drydock has been operated satisfactorily and successfully ever since its completion including M.S. Kiyokawa-Marui of "K"-Line as the first ship being docked, on July 1st, 1953.

目 次

§ 1. 序 言	§ 5. 海上工事
§ 2. 主要目並に構造の概要	§ 6. 船渠の「ベースライン」の決定
§ 3. 建造の概要	§ 7. 結 言
§ 4. 船殻施工要領	

§ 1. 序 言

川崎重工業株式会社は、昭和 28 年 6 月 30 日に、浮揚力 13,000 噸の浮船渠を建造した。浮船渠の建造は船台上に於ける据付、組立方法、特に進水後の海上に於ける結合方法等に就て、船舶の建造と非常に異なるものである。著者は此処に之等の諸点に就て実例に基き、特異点を記述し大方諸賢の御批判を仰ぎ度いと思うのである。尙本船渠の設計上の諸点及び進水工事に就いては、下記文献を参照され度い。

- [1] 当社造船設計部：13,000 T 浮船渠の設計に就いて（其ノ一）、「船舶」昭和 28 年 10 月号。（其ノ二）は未刊。
- [2] 岩崎市太郎、大井岩夫：セクショナルポンツーンタイプの浮船渠の強度に就いて、関西造船協会、昭和 28 年秋季。
- [3] 当社造船設計部：13,000 T 浮船渠に就いて、船の科学、昭和 28 年 8 月号。
- [4] 黒川秀雄：13,000 T 浮船渠の進水工事に就いて、関西造船協会、昭和 28 年秋季。

§ 2. 主要目並に構造の概要

1. 主要目 第 1 表に示す。
 2. 構造の概要 Fig. 1 中央横断面図参照の事。
- 本浮船渠は 2 個の全通側壁と、6 個のポンツーンから成り、側壁とポンツーンは互に 2 個の 150×200×20 山

第一表 主要目表

主 要 目 表			入 渠 可 能 船		
全 長 (端張出シ含ム)			全 長	約 180.00'	
ポンツーン部, 長さ			幅	25.80'	
全幅	外 幅	36.00	喫 水	13.000'	
	内 幅 (附舷柱間)	26.40	積 貨 重 量	20,000'	
側 壁	高 さ	13.00	入 渠 吃 水	7.700'	
	幅	4.50	6T13T15T 浮橋	約 14間 30分	
ポンツーン	間 数	6	備 考: 7'ポンツーンに場合		
	長 さ	24.80	入 渠 可 能 船 幅	25'	
	幅	36.00	積 貨 重 量	20,000'	
	深 さ	4.30			
各ポンツーン間隔					
浮揚力					
主 機 排 出 型 変 換 斜 流 ポンプ					
1600 ¹ / ₄ × 10 ¹ / ₄ 60					

中央横断断面図

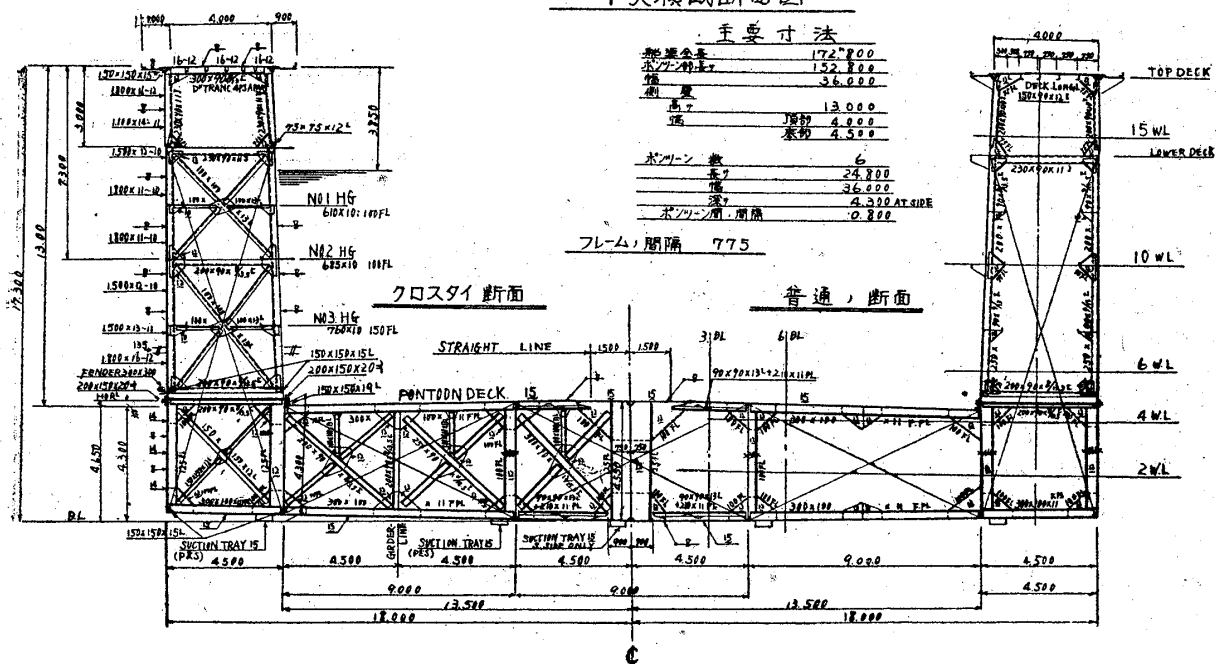


Fig. 1

型に依り鉚着されて居る。尚各ポンツーンは、取外して 90° 廻転する事に依り、他のポンツーン上にセルフドッキングをなし得る様に計画されて居る。

ポンツーン構造は、横肋骨、横梁構造で、1 フレーム置きにクロスタイを設置し、十分な横強度を持たして居る。ポンツーンデッキ及び底部外板は鉚厚 15 m/m の横張り形式である。

側壁は重要な縦強度構造とし、側外板の上下端鉚並にトップデッキ鉚は、船渠中央で 16 m/m の縦張りとし、更にトップデッキは縦通梁として 150 逆付山型 5 本を、横梁を貫通させて居る。各ポンツーンに跨る側外板下端鉚には、応力集中に耐える様 22 m/m の厚鉚を部分的に配置して居る。

建造期間の短縮、工費節減の為、構造様式の簡易化を図ると共に広範囲に、自働溶接を採用し総べて溶接ブロック様式となした。従つて鋼材は一般に SS 41 を使用したが、前記縦張の 16 m/m 及 22 m/m 鉚は、特に自働溶接の採用を考慮して、LR 規格材を使用した。

鉚接手を採用した箇所は下記の通りである。

- (1) ポンツーンと側壁取合周囲山形 (200×150×20 L, RIV. 25 φ, P=125 m/m, 2 列)
- (2) 側壁側外板の上, 下端鉚のシーム。
- (3) 側壁の下甲板と側外板取合。
- (4) トップデッキと側外板取合。
- (5) トップデッキの外側シーム 2 列。

第二表 鋼材使用量、鉚釘数

項 目	1間, 5間	1間, 側壁	合計量
鋼材使用量	575'	180'	5300'
自働溶接	3584"	856"	32200"
溶接長 (手溶接)	18316"	5568"	181800"
計	21900"	6700"	214800"
鋼材使用率			15.0%
鉚 釘 数		9618	125000
溶接使用率			95%
鋼材使用率 (鉚釘使用)			27%

参考の為、鋼材重量、溶接長、鉋接数を第2表に示す。

§3. 建造の概要

1. 建造方針

当社の岸壁の地理的状況と当時の船台使用状況から、ポンツーンと側壁を夫々別個に建造し、之を逐次海上で結合し、最後に中央側壁の搭載に依り、前後の船渠を縦通させる事にした。建造順序は Fig. 2 に示す。

又浮船渠完成後は当社西浜岸壁に約 5° の角度で、本繋留する事にしたが、当初の西浜岸壁附近の水路水深は約 7 M であったから最低潮位で 7 M 吃水の船舶が出入渠出来る様に繋留位置の海底を、平均水深 14 M 迄浚渫する事とした。

(1) ポンツーンの建造方針

当社第4船台(ガントリー下)で、大型船建造の間隙を利用して建造する事にしたが、ポンツーンの構造が単一構造である為、MASS PRODUCTION 方式の採用が可能であり、6 個のポンツーンを 20 日間隔に 3 回に亘つて、進水させるという思い切った急速建造を行う事とした。

建造に際しては、船台幅の関係で縦方向に据付ける事が出来ぬ為、横方向に据付ける事とし船台上に於ける組立工事を容易ならしめ、且進水時の状況を考慮して、本船台の水際附近に同時に 2 個をタンデムに、且水平に据付ける事とした。

(2) 側壁の建造方針

側壁は船台上に於ける組立工事終了後、200 T 海上クレーンに依り吊上げ、西浜に回航の上ポンツーン上に搭載する事とした為、両舷各々 200 T 以下の 7 個のブロックに分割し、第一船台後端の特設地足場上で UPRIGHT に据付け、2 乃至 4 個宛、15 日間隔で 6 回に分けて建造する事にした。

建造順序は、西浜岸壁に於ける海上工事に際し、神戸港内の航路を侵害しない様にする為、Fig. 2 に示す如く決定した。

2. 船殻建造経過

本船渠の船殻工事は、之を 3 期に大別する事が出来る。即ち、

第1期 ポンツーンの建造

第2期 側壁の建造

第3期 艀、艀部張出及び可動橋の建造

詳細に関しては、第3表船殻工事实際記録、及び第4表ポンツーン及び側壁現場工事日程表を参照する事。

(1) ポンツーンの建造

当初より難工事を予想されたのであるが、精密な計画と関係者の努力に依り、予定通り工事を終了した。之に使用した有効定盤面積は、1,250 M² で、毎日平均 55 T の地上組立を行い、毎日搭載重量は約 82 T であった。

(2) 側壁の建造

ポンツーンと同様、難工事であったが、天候にも比較的恵まれ略予定通りに工事を終了した。側壁の毎日組立重量は約 36 T であった。

(3) 艀、艀部張出の建造

艀、艀部張出は 1 個宛、上記特設地足場上で側壁の組立終了後組立を行い、200 T 海上クレーンに依り、当日中にポンツーンに取付けた。此際、側壁はポンツーン上に既に全通して居た。

浮船渠建造順序

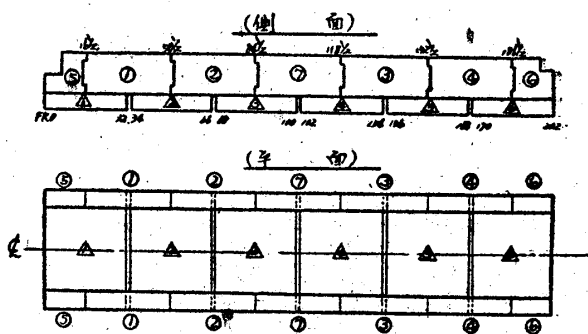


Fig. 2

Fig. 2

第三表 浮船渠船殻工事實際記録

主要工事 名称		8		9		10		11		12		1		2		3		4		5		6	
		10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
1 線 圖																							
ボ ン ツ ン	2 底部外板																						
	3 クロスタイ																						
	4 △ △																						
	5 △ △																						
	6 △ △																						
	7 クロスタイ																						
	8 ① (P.S)																						
	9 ② (P.S)																						
	10 ③ (P.S)																						
	11 ④ (P.S)																						
	12 ⑤⑥ (P.S)																						
	13 ⑦ (P.S)																						
14 指揮所																							
15 艀鉤張出																							
16 可動橋																							
17 渡シボツン																							
18 A 様橋																							
19 B 様橋																							

備考 記号 ◎ 出回 → 展開 → 昇降 → 加工 → 地上組立 → 現場取付 ◎ ボツン通水 △ 側壁格敷

第四表 ボツン及側壁現場工事日程表

(1) 「ボツン」		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ボツン格敷日程	ボツン格敷日程	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
	ボツン格敷日程	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)

(2) 側 壁		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
側壁格敷日程	側壁格敷日程	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
	側壁格敷日程	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)

備考 船殻工事現場格敷数字は全日格敷を以て示す

§4. 船殻施工要領

下記の諸点を考慮して、船殻施工要領を決定した。即ち

- (1) 各ポンツーンは、将来修理の場合を考慮し、Interchangeable ならしめる事。即ちポンツーンと側壁の結合状況を各ポンツーン共完全に一致させる事。
- (2) 急速建造と工費節減の為、広範囲なブロック様式の採用、No-marking 方式による加工法、単一治具上の量産、一定定盤上の Progressive Assembling、タンクの水圧試験の省略等を行う事。

1. 内業加工、地上組立、現場取付要領

- (1) 各部材に記入する基準 W.L. 及び B.L. は下表の如くし、それ以外の W.L., B.L. は一切記入せぬ事。

項目	構造別	ポンツーン	側壁
基準 W.L.		2 W.L.	6 W.L., 10 W.L., 15 W.L.
基準 B.L.		3 B.L., 6 B.L.	15 ³ / ₄ B.L.

- (2) 現図は中央横断面図のみを出し、各部材は定規にて長さ及幅を決定する事。ブラケット、ウェブスチプナー、ウェブビーム、ガーダー、水平ゾンタルガーダーは現図型取りを行う事。クロスタイは地上組立の治具用として型取を行う事。
- (3) 共通部材に関しては、小部材に至る迄型取は木型を使用する事。
- (4) 極力 No-marking 方式に依る事とし、当該部材に対しては特別の定規及び治具を製作する事。
- (5) 原則として、各部材は内業仕上とし、ブロック罫書は最小限に止むる事。
- (6) ブロック接手を除きシーム及パットは総べて自働溶接とする事。尚ブロック接手は手働溶接とする事。
- (7) 周囲山形、側外板鉚釘シーム等の鉚孔は、鉄木の見地より止むを得ぬ箇所のみ現場当採とし、他は総べて内業穿孔とする事。穿孔要領は Fig. 3 に依る事。尚ポンツーンと側壁取合周囲山形に関しては (9) を参照の事。
- (8) 底部外板、ポンツーンデッキ、トップデッキ、第2甲板、ポンツーン付側外板の鉚耳は総べて内業仕上とし、側壁付側外板鉚耳は、後ブロックになるブロック接手のみ鉚耳 50 mm 伸しおき、側壁地上組立終了後鉄木に依り現場収縮を調査の上、下振りに依り新に鉚耳罫書を行いリブゼイ自働瓦斯切断機に依り、鉚耳仕上を行う事。

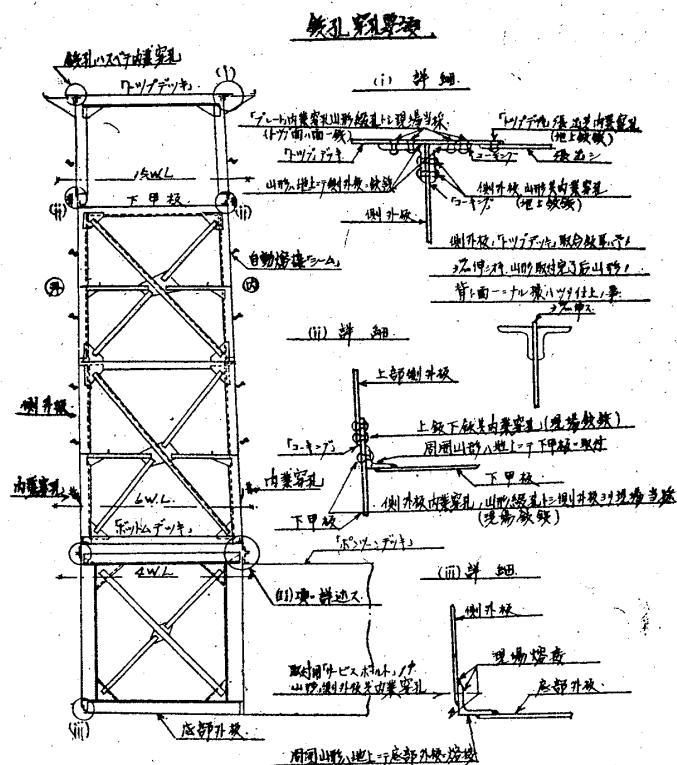


Fig. 3

- (9) ポンツーンと側壁取合周囲山形の施工は、船渠の生命となるものであるから、下記要領に依り入念に施工の事。

(i) ポンツーン側壁取合面が正確に水平になる様に取付を行う事。

(ii) 鉚孔は正確に孔罫書を行つた上、正確に

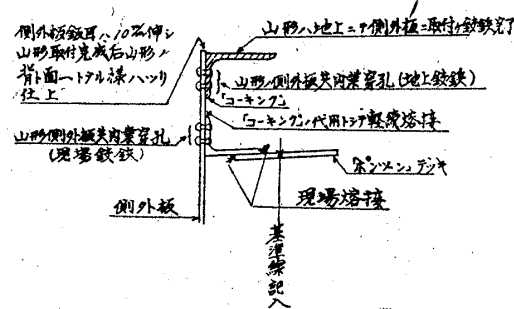


Fig. 4

穿孔する事。(詳細は 2. 鉄木工事の項を参照の事。)

(iii) ポンツーンに取付ける山形の施工要領。Fig. 4 に示す。

(備考) 側外板と、ポンツーンデッキ取合山形は、単独で現場取付を行い、ポンツーンデッキ位置決定、溶接完了後、鉄木で出した基準線に Fig. 5 の如き金型を合せ、幅を正確に保持する事。

(iv) 側壁に取付ける山形の施工要領。Fig. 6 に示す。

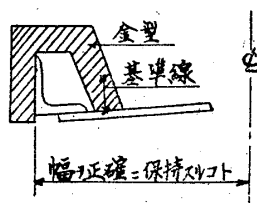


Fig. 5

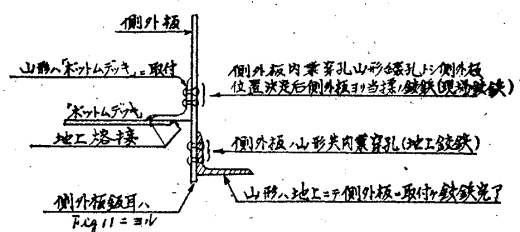


Fig. 6

(10) 鰭、艀部張出は夫々地上組立に依り1ブロックとし、海上でポンツーンに取付ける事。海上工事を容易とする為、張出とポンツーン取合部はボルト結合とする事。搭載に関しては§5 海上工事の項に詳述する。

2. 鉄 木 工 事

建造に当つて最も留意した点は、各ポンプの互換性に鑑み、側壁取合鋳孔を正確に合致させ、取合面をメタルタッチにする点であつた。

(1) ポンツーン建造に対する鉄木工事

(i) 船台埋金（船台上固定ゲージ）の設置

6 個のポンツーンの形状の同一性保持の為、建造に対する基準線として起工に先立ち Fig. 7 に示す要領に依り、船台上に船台中心線に対して直角線を 3 本出し、之とキール据付図より A, B, C, ……., I の 9 点を決定し、船台上に真輪板を埋込んだ所謂船台埋金にポンチにて記入し、同時に船台埋金と底部外板下面迄の垂直高さ H を正確に計測し、爾後の建造過程に於ける船体の変形量を計測する基準とした。

(ii) ブロック位置定め要領

各ブロックの位置定め方は総て船台埋金に基き行つた。尚、底部外板地上組立に際し、前記 FR.16 フレームライン、船体中心線及 $15\frac{3}{4}$ B.L. を外面に出した。

(iii) 側壁取合周開山形の鋸孔罫書要領

船体建造終了後上記鉋孔野書の為、前記船台埋金よりポンツーンデッキ上に直角線を引出し、之に基き孔野書を行つた。其の作業要領は Fig. 7 に示す。

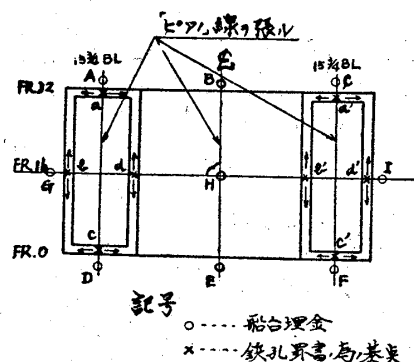


Fig. 7 船台埋金設置要領及びポンツ
ーンデッキ上直角線決定要領

(a) Fig. 7 中○印(船台埋金)に遺型を設置し、下振りに依り船台埋金上の基点を上に移す。

(b) 基準フレームライン(例えば No. 1 ポンツーンならば FR. 16 フレームライン), 船体中心線 $15\frac{3}{4}$ B.L. を夫々ポンツーンデッキ及周圍山形上に記入する。Fig. 7 中 × 印の線が鉚孔野書の為の基準となる。

(c) 上記基線に孔割定規を合せ、孔野書を行う。Fig. 7 中矢印は孔野書⁴の方向を示す。

(d) 罫引線は上記基線に基き山形の面に沿つてピアノ線を張り、位置を出す。

Fig. 8 を参照の事。

(備考) 直角線出し方に就いて上記の方法と同時に、ポンツーンデッキ上にポンツーンの船体中心線を証として、FR. 16 フレームラインをコンパスに依り出した所、各ポンツーン共 2~3m/m の誤差であつた。実用上としては上記の面倒な方法を使用しなくても、船形の保持を慎重に行えば、後者の方法で十分であると考えられる。

(iv) 海上工事に対する基準線の設定

船体建造終了後、ポンツーン外面に 4 W.L. の記入を行い、爾後の海上工事の基準とした。

(2) 側壁建造に対する鉄木工事

(i) 水平の保持

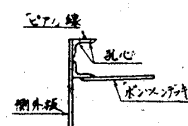


Fig. 8

ポンツーン取合山形下面の水平保持を正確に行つた。

(ii) ポンツーン取合周囲山形の鉋孔罫書要領

船体建造完了後、上記鉋孔罫書の為、ポンツーン取合周囲山形下面に直角線を出し、之に基き鉋孔罫書を行つた。作業要領は下記に依る。

(a) ボトムデッキに記入された $15\frac{3}{4}$ B. L. を証として直角線を出し、周囲山形下面に記入し、之を山形上面に引出し鉋孔罫書の基準線とする。

(備考) 直角線は当該側壁と取合になるポンツーンに於て、出した基準フレームラインと同じフレームラインとする事。

(b) 罫引線として上記 $15\frac{3}{4}$ B. L. に平行線を山形上面にピアノ線に依り出し記入する。

(c) 孔罫書の要領はポンツーンと同様とする。

鉋孔罫書は山形の下面に行うのが原則であるが、上向の姿勢で孔罫書を行い穿孔する事は、工事の正確性、工事期間の点で却つて不利であるから、上記の如く山形上面に行う事とした。

(iii) 海上工事に対する基準線の設定

船体建造完了後、側外板外面に新に 6 W. L. 及 15 W. L. の記入を行い爾後の海上工事の基準とした。

3. 水防工事

水圧試験を一切省略する為、鉋鉋、溶接工事は特に入念に行うと共に船体完成後、水防箇所の手入れ及検査を厳重に行つた。ポンツーンと側壁取合周囲山形の水防工事は Fig. 9 要領に行行つた。

4. 塗装要領

第5表に依りポンツーン及側壁の主要箇所の塗装を行つた。

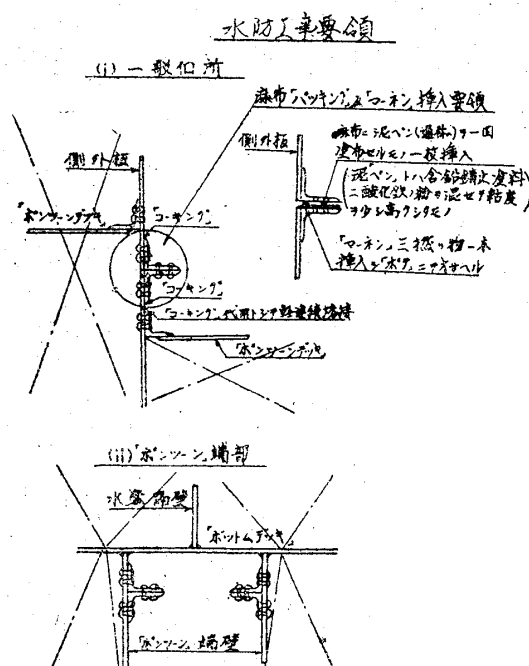


Fig. 9

第5表 塗装要領

場所	塗料	回数	塗料	回数
ポンツーン外面 (側壁取合部)	ビジテックス	1	ビジテックス	1
ポンツーン上面	スチート	2		
側壁外面 (ポンツーン取合部)	ビジテックス	2		
側壁内面 (ポンツーン取合部)	ビジテックス	1	ビジテックス	1
側壁外面 (ポンツーン取合部)	スチート	2		
船体外面	スチート	2		
全上裏面	ビジテックス	1	ビジテックス	1
側壁外面	酸化鉄	2	ビジテックス	1
側壁内面	ビジテックス	2		
甲板内面	ビジテックス	1	ビジテックス	1
甲板外面	酸化鉄	2		
トングリキ上面	酸化鉄	2	ビジテックス	1
可動部	酸化鉄	2	ビジテックス	1

§5. 海上工事

1. 海上工事の概説

此処に述べる海上工事とは、側壁の塔載及び船艀部張出しの塔載を謂う。

側壁の塔載工事は、下記の三段階に大別される。即ち、

- (1) 2個のポンツーンを接続して、其の中間に側壁を両舷1個宛塔載する。
 - (2) 3個のポンツーンを接続して、更に側壁を両舷1個宛塔載する。
 - (3) 3個宛接続した2組のポンツーンブロックを接続して、其の中間に側壁を両舷1個宛塔載する。
- 之を図示すれば、Fig. 10 の如くなる。

抑、海上に於いてポンツーンと側壁を結合する事は、下記の点に技術上の困難性がある。

(1) 海上に浮揚して居る2個のポンツーンと、200T海上クレーンに依り懸吊された側壁が、夫々任意の運動を行う事。

(2) 海上浮揚体では船台上の建造に於ける如く、基準線を捕捉して側壁の位置決定を行う事が出来ぬ事。

(3) ポンツーンの片舷に側壁を搭載するとポンツーンが Heel する事。

(4) ポンツーンの正規位置に、両舷の側壁を搭載し日没前に取付工事を終了せねばならぬ事。

(5) 側壁の結合に際しては、過大な内部応力を発生しない様にする事、特に最後の中央側壁の結合の際に注意せねばならぬ事。

以上の諸点を考慮して、次の様な建造方針を立てた。

(1) 側壁搭載は出来る丈静かな日を選ぶ事とし、2個のポンツーンを適当な方法で固縛し、運動の自由度を減少させる事。

(2) Heel 及 Trim の調整を慎重に行う事。

(3) 船台上建造の際に基準線を設定し、之を海上工事の基礎とする事。

2. ポンツーン接続及び位置決定要領

(1) 基本方針

下記の基本方針を満足する様、実施する事とした。

(i) ポンツーンの船渠中心線を正確に通す事。

(ii) ポンツーンの間隔を正確に 800 m/m とする事。

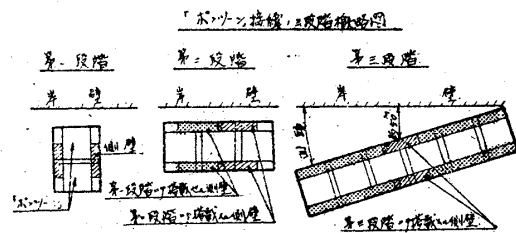


Fig. 10

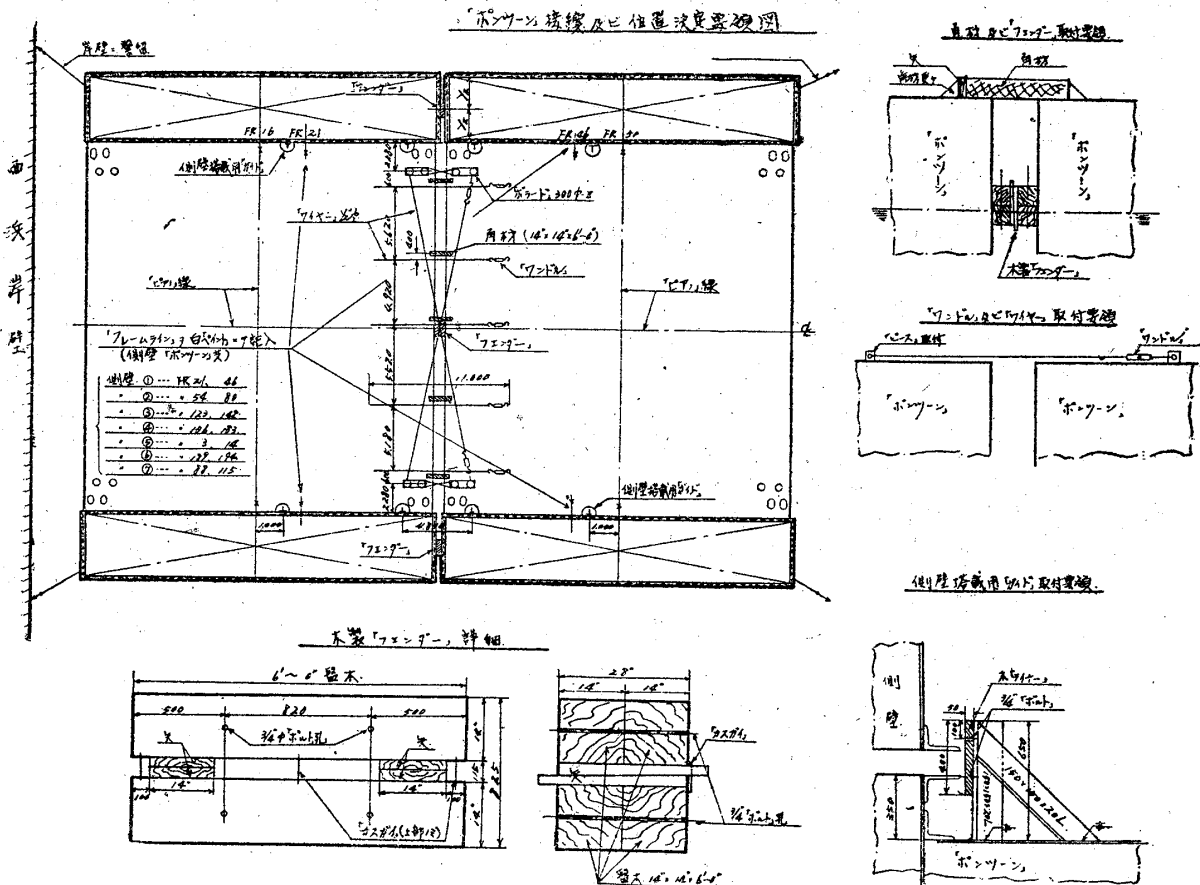


Fig. 11

(iii) ポンツーンの側壁取合山形上面を略同一平面とする事。

(2) 実施要領

下記の順序に依り、ポンツーンの接続及び位置決定を行つた。Fig. 11 参照の事。

(i) ポンツーンの繋留替えを行い、2個のポンツーン間に組立式木製フェンダーを浮設し、略 800 m/m の間隔に保持し、ポンツーン両端に仮設したボラード間にワイヤーを掛け固縛した。

(註) ポンツーン固縛用として進水前にポンツーンデッキ上、端部に 300 φ-II ボラードを2個宛取付た。

(ii) ピアノ線に依り船渠中心線の合せ方を行つた。之が為上記ボラード間にワイヤーを樺掛けに張り、其の端部にワンドルを挿入し調整した。

(iii) (i), (ii) に依りポンツーン間隔及び船渠中心線が略決定した後、ポンツーン上5箇所に設置した角材及びワンドルに依り更に微少調整を行つた。尙ポンツーン間隔 800 m/m の最終決定には、当該箇所のポンツーンと側壁取合鉋孔の孔割定規を使用し、鉋孔を基準とした。

(iv) 上記と平行して固形パラスト及びパラストウォーター等に依り、Trim 及び Heel の調整を行つた。

3. 中央側壁の搭載

構造上、側外板のブロック接手が一直線ではなく、上、下二箇所では Shift して居る為両ポンツーンを第一段階及び第二段階で行つた如く予め定間隔 (800 m/m) に接続すると搭載が出来ない。そこでブロック接手の Shift の状況を調査し、且取付工事を容易とする為、最初ポンツーン間隔を 1,790 m に保持し、No. 3 及び No. 4 ポンツーンに吃水差をつけ、No. 4 ポンツーン側壁を両舷搭載し、取付工事終了後 Over-hang の状態にて No. 3 ポンツーンを引込み、両ポンツーンを正規間隔に固縛すると共に側壁取付工事を行う方式を採用した。側外板ブロック接手の要領は Fig. 2 及び Fig. 12 に示す。

(1) 吃水調整要領

(i) 一般式

一般に Fig. 13 の如き剛体が、若干 Trim して浮揚して居る場合、下記の近似式が成立する。即ち剛体の長さを L 、幅を B 、排水量を A 、重心位置を G 、Longitudinal center of gravity from end を L_g とすると、没水部を対角線 C-F に依り二分して考えると、

$$L_g = \frac{\frac{1}{3}L\left(\frac{d_1}{2}L\right) + \frac{2}{3}L\left(\frac{d_2}{2}L\right)}{\frac{1}{2}(d_1+d_2)L} = \frac{L(d_1+2d_2)}{3(d_1+d_2)} \quad (1)$$

$$A = \frac{1}{2}(d_1+d_2) \cdot C \cdot \rho \cdot L \cdot B \quad (2)$$

ここに C …形状係数、 ρ …液体の比重。

次に一端 B に重量物 δ が附加された場合、排水量を A' 、吃水を d_1' 、 d_2' とすると、

$$A' = A + \delta = \frac{1}{2}(d_1' + d_2') \cdot C \cdot \rho \cdot L \cdot B \quad (3)$$

$$\text{又} \quad L_g' = \frac{L_g \cdot A + \delta \cdot L}{A + \delta} \quad (4)$$

$$= \frac{L(d_1' + 2d_2')}{3(d_1' + d_2')} \quad (5)$$

故に (1), (2), (3), (4), (5) 式で、 L , B , d_1 , d_2 は既知である故、(1), (2) より L_g を求め、之を (3), (4), (5) に代入すると d_1' , d_2' が求められる。之に依り Trim 及び Heel の計算を全部行つた結果下記に示す様に実際値と略一致した。

中央側壁ブロック接手詳細

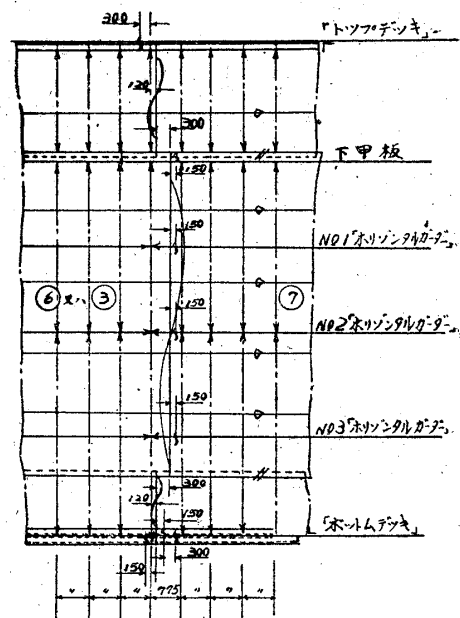


Fig. 12

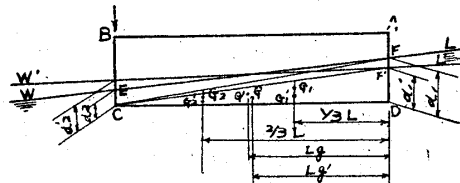


Fig. 13

(ii) 吃水状況及び吃水調整要領

上記一般式により、中央側壁塔載に先立ち、吃水計測を行い、側壁塔載に伴う Trim 及び Heel の計算を行い、Ballast Condition の決定を行つた。即ち最初左舷側壁を塔載する事とし、左舷に Heel した場合、側壁下端が、No. 3 ポンツーンの側壁取合山形上面に接触せず、次に右舷側壁を塔載すると Even になり、此の時 No. 3 及び No. 4 ポンツーンの吃水差が、約 50 m/m になる様にする為、両ポンツーンの吃水差を 610 m/m になる様に、二回に亘つて吃水調整を行つた。吃水状況の変化及びバラスト状況は第 6 表に示す。

第 6 表 吃水状況、変化、バラスト状況

区 分	吃水状況	No. 1, 2, 3 ポンツーン 正割				バラスト状況	No. 4, 5, 6 ポンツーン 正割			
		吃水 (m)	排水量 (t)	バラスト (t)	バラスト (t)		吃水 (m)	排水量 (t)	バラスト (t)	バラスト (t)
1	第一回調整前(実際)	1.55	173	115	137	残水若干	1.14	128	168	182
2	中央側壁を塔載(算出)	1.55	173	115	137	残水若干	1.72	150	157	137
3	右舷 (〃)	〃	〃	〃	〃	〃	1.67	153	140	158
4	第二回調整前(実際)	1.44	162	178	181	No. 3 ポンツーンに海水	1.08	123	183	198
5	中央側壁を塔載(算出)	〃	〃	〃	〃	塔載	1.25	145	185	132
6	右舷 (〃)	〃	〃	〃	〃	塔載	1.69	177	154	170
7	側壁塔載直前(実際)	1.40	150	170	180	No. 3 ポンツーンに海水	1.08	123	183	198
8	中央側壁を塔載(算出)	〃	〃	〃	〃	南舷: 約 415 海水	1.40	160	160	130
9	右舷 (〃)	計測セズ	計測セズ	計測セズ	計測セズ	塔載	計測セズ	計測セズ	計測セズ	計測セズ

(2) 注排水及び引込装置

吃水調整の為の注排水装置として、No. 3 ポンツーン上に、30 t 及び 40 t ポンプを夫々 1 基宛設置した。又引込装置として、No. 4 ポンツーン上に電動ウインチ 2 台及び側外板ブロック接手附近にチェインブロック各 1 組を準備した。

(3) 塔載状況

第 7 表に示す日程に依り塔載を行つた。左舷側壁を塔載した所、Sagging-Condition になり、其の前端部が No. 3 ポンツーンに接触した為、No. 4 ポンツーンのパラストウォーターを一部排水し、辛うじて結合山形の

ボルト締めを行つた。此の時の吃水状況は第 6 表に示す。引続き右舷側壁の塔載を行い、両舷側壁の結合山形のボルト締めを約 1/2 終了後、直にウインチに依り引込を行いポンツーンの位置決定を行い No. 3 ポンツーンと側壁取合山形のボルト締めを行つた。

4. 中央側壁位置決定及び溶接要領

ポンツーン取合の山形のボルト締めを完全に行つた後、側外板ブロック接手の仮付を行つた。前述の如く、側外板ブロック接手鉚耳は、地上で仕上げたので、鉚耳を正規の間隙で、仮付を行わねばならず、且外觀上溶接のシームラインを通

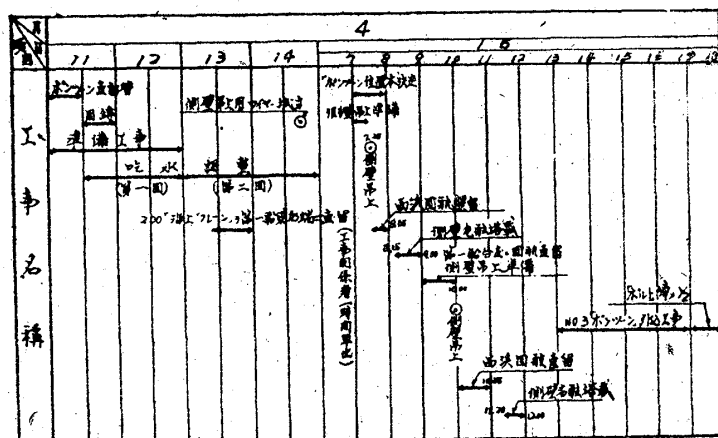
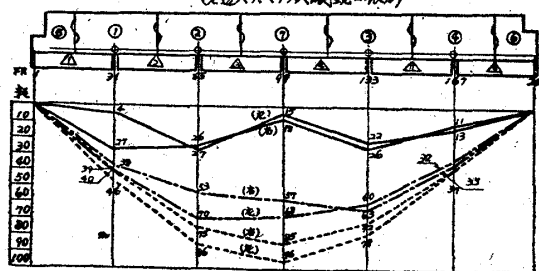
さねばならなかつたので、三回に亘り、6 W.L. の見透しを行い、No. 3 及び No. 4 ポンツーンのパラスト調整を行つた。側外板ブロック接手溶接終了後、各甲板の

ブロック接手の溶接を行い、斯くて中央側壁の各工事を全部終了した。尚結合山形の鉚孔は、各側壁共孔クリを行う程度で、孔埋めは全く行わなかつた。中央側壁塔載よりブロック接手溶接終了迄の 6 W.L. 見透し結果は Fig. 14 に示す。

5. 艀部張出の搭載

側壁取付工事を全部終了した後艀、艀部張出の搭載を行つた。搭載に際しては強度上可能な範囲で、約 1,500 t のパラストウォーターを No. 6 或は No. 1 ポンツーンに注水し、約 1 m の Trim をつけ、海上に於ける取付工事を出来る丈容易とする様にした。没水部の取付工事は潜水夫に依り行つた。

第 7 表 中央側壁塔載日程表

6 W.L. 見透し結果
(見透ハスベツ双眼鏡=依ル)

記号 { — 甲 塔載直後 (4月18日午後3時)
 — 甲 側壁ブロック接手仮付直前 (4月18日)
 - - - 甲 側壁ブロック接手仮付後 (5月4日) }

Fig. 14

付工事を出来る丈容易とする様にした。没水部の取付工事は潜水夫に依り行つた。

§6. 船渠のベースラインの決定

1. ベースラインの定義

此処に述べるベースラインとは、船渠の完成状態に於てキール盤木上駒上面の仕上及び船渠内面のドラフトマーク決定を行う為の基準となるものである。従つて船台上で、側壁内面に記入した 6 W. L. を基準として、諸種の計測を行い、ベースラインの決定を行つた。

2. 光線見透要領

斯かる長さの海上浮揚体に於ける光線見透の経験はなく、理論的にも波浪の影響及び温度の影響に依り、其の困難性があり、当初此の実施に就いては、相当異論があつたが、他に適当な方法がなく、構造上縦強度が相当大であるから、静かな日を選定すれば、大した Deflection は起らないだろうという仮定の下に強行したわけである。結果、船台上に於ける光線見透と何等変る事なく、実施出来たのであるが、之は今後への貴重な資料となるだろう。

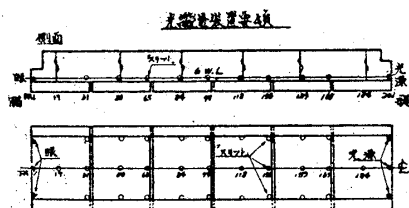


Fig. 15

した。スリット数は 12 個である。

(3) 見透線

(i) 船渠中心線…第一回見透は、船艀端でポンツーンデッキ上 1,200 m (キール盤木の高さ) とし、第二回見透は第一回見透の結果に鑑み、FR. 50 及び FR. 153 でポンツーンデッキ上 1,200 m とした。

(ii) 側壁内面…船艀端で 6 W. L. を基準とした。

(4) Dock Condition

見透は、ベースライン決定の為の基準となる重要なもので、タンク内残水の除去、不用物件の陸揚には細心の注意を払つた。(i) 第一回見透…船、艀部張出、可動橋、起重機は未搭載。

(ii) 第二回見透…船、艀部張出、可動橋、起重機は全部搭載、船殻、艀装各工事全部終了。尙起重機は船渠の略中央で両舷対称の位置に固縛す。

(5) 見透日時

(i) 第一回見透…昭和 28 年 5 月 30 日、午後 9 時、気温 21°C、水温 21°C。

(ii) 第二回見透…昭和 28 年 6 月 23 日、午後 9 時、気温 21.5°C、水温 22°C。

第八表 光線見透結果数値表

測点 番号	船体中心線		側壁内面左舷		側壁内面右舷	
	第一回	第二回	第一回	第二回	第一回	第二回
1	0	0	0	0	0	0
17	30	33.5				
31	67	73.5	71	75	63.5	70
50	92	99	100	104	89	96
65	107.5	125.5	123	124	104.5	115
84	114	128	136	134.5	121	121.5
99	122.5	131.5	139.5	137	124.5	121
118	117	125.5	130	136	115.5	118
133	109	115.5	117	124	115	109
153	93	103.5	95	106	91	94
167	68	78	67	75	67	70
184	33.5	43				
201	0	0	0	0	0	0

備考 1 Y 記数値ハズテ 6 W. L. 対シ

相対的ナモデル

2 単位ハ見透線ヨリ下量ヨリス

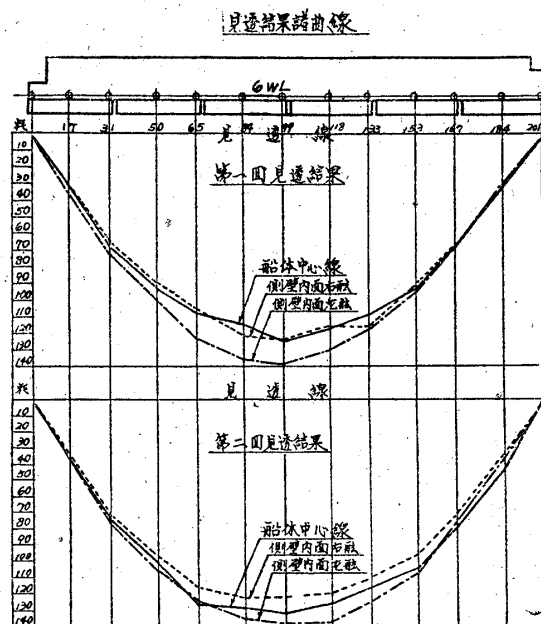


Fig. 16

3. ベースライン決定に至る経緯

(1) 見透結果 第8表及び Fig. 16 に示す。

(2) ベースライン決定に至る経緯

Fig. 16 に示す様に、船渠完成時の状態は、明らかに Sagging condition になつて居り、その Max. Deflection は FR. 99 に於て左表の如くなつた。

項目 箇所	Deflection	DEF./Loa.
船渠中心線	131.5 m/m	7.6/1,000
側壁内面左舷	137 m/m	7.9/1,000
側壁内面右舷	121 m/m	7/1,000

此の Deflection の値が当初予想した数値を多少上廻つて出たので、設計、工作夫々の所掌で種々検討した。(設計上の問題に就いては省略する)

(i) Deflection 発生原因に対する考察

形状的にも、重量的にも、多少の差異のある各ポンツーン

及び側壁を、前述せる方法で海上結合を行う場合、側壁取付後の 6 W.L. を完全に一直線に通す事は、不可能であると考えられる。各側壁取付に際しては、吾々は 6 W.L. を Continuous に通す事に努めたが、最後に中央側壁の取付に於いて前述した様に、止むを得ず Sag. Condition にして行つたので、かかる Deflection が発生したと考えられるに至つたのである。従つて側壁の接続が、外力による拘束の極めて少ない状況で行われたと考えて良いと思うのである。

(ii) 見透線相互関係に対する考察

上記見透は全く、Independent な光源に依り行つたので、之等が同一平面上にあるかどうかを調査せねばならぬ。それが為、第二回見透後 FR. 1, 50, 99, 153, 201, の 5 箇所で、側壁内面の見透線の高さに、左舷より右舷にピアノ線を張り、船渠中心線に於ける見透線との差を計測した。之に先立ち、上記の如くピアノ線を張つた場合の船渠中心に於ける撓量を計測したが、0.5 m/m のピアノ線で端部に張力 16 kg を掛けた場合、13 m/m であつた。之に依り撓量の修正を行つた。計測結果は下記の通りである。

FR. No.	1	50	99	153	201	平均差
差(m/m)	348	345.5	345	345	343	345.3

(備考) 現図寸法 = 343 m/m

上記の如く平均値は 345.3 m/m となり現図寸法に比べ、2.3 m/m の誤差を生じたに過ぎない。此の結果、側壁内面の見透線を 345.5 m/m 下げる事に依り、3 直線を同一平面上に収める事が出来る。

(iii) キール盤木上駒上面仕上に対する考察

第一回見透の結果に依れば、船渠の状態が、Sag. Condition になつて居る為、艀艀端でポンツーンデッキ上の高さを 1,200 m とすると、中央に行くに従つてキール盤木高さが高くなり、キール盤木高さの仕上に際して中間盤木を更に高くし、同時に上駒上面のハツリを行わねばならぬので、材料的にも、工期的にも不利である。此の結果、油圧ジャッキ使用に対する最少高さ 1,200 m を、FR. 50 及び FR. 153 で抑える事とし、之に依り第二回見透しを行い、見透線に基づき、最後の上駒上面の仕上を行う事とした。

(iv) 結論

(i), (ii), (iii) の考察の結果、第二回見透に於ける船渠中心線に於ける見透線をベースラインとする事に決定し、側壁内面両舷の見透線は (ii) 項で述べた様に 345.5 m/m 下げる事とした。

4. ベースライン保存要領

(1) 船渠中心線に於けるベースラインの保存要領

各ステーションに於けるポンツーンデッキ上面よりベースライン迄の高さは、第9表に示す。ポンツーンデッキ上にキール盤木高さ標示板を設置し、且真鍮製のキール盤木高さ標示尺を作成し、永久に保存する事にした。

(i) キール盤木高さ及び標示要領 第9表に示す。

(ii) キール盤木高さ標示板 Fig. 17 に示す。

(2) 側壁内面に於けるベースライン保存要領

Fig. 18 に示す要領に依り、側壁内面で各ステーションの位置に、キール盤木高さ標示板と同様に、取付を行つた。

第九表 キール壁木高と標高表

標高板 No	標高板 取付位置	キール壁木高 (A面内)	標高板高 (A面内)	備考
No 1	FR 1	110.1	1074	標高板
No 2	17-18	110.4	1117	標高板
No 3	31	117.9	1152	標高板
No 4	50	120.4	1178	標高板
No 5	65	121.6	1189	標高板
No 6	84	122.6	1199	標高板
No 7	99	123.2	1205	標高板
No 8	118	123.9	1201	標高板
No 9	133	121.6	1190	標高板
No 10	153-154	120.0	1173	標高板
No 11	167	117.4	1149	標高板
No 12	184-185	113.9	1106	標高板
No 13	201	110.1	1074	標高板

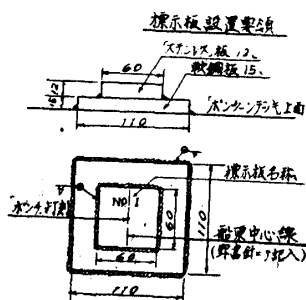
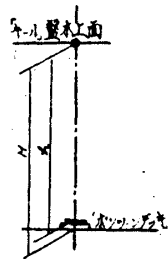


Fig. 17

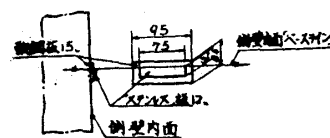


Fig. 18

§7. 結 言

大型浮船渠の構造は、之を海上で完成する場合には、船台上で全長を完成して進水させる場合と異り、非常な難作業を伴うが、それ丈に興味ある諸種の問題があるのである。著者は本船渠の建造に依り、下記の貴重な経験を得た。即ち

- (1) 如何に難工事であつても、周到な計画と準備作業に依り、十分克服する事が出来る事。
- (2) 急速建造と工費の節減は、構造の簡易化と劃一的量産に依り、達成する事が出来る事。
- (3) 海上浮揚体の全長に亘る光線見透しが可能であること

本稿が後日斯かる大型浮船渠の建造に対して、何等かの参考となるならば幸いである。終りに本稿の取纏めに際して御指導御鞭達を賜った当社造船工作部、吉田船殻課長に深甚の謝意を表するものである。

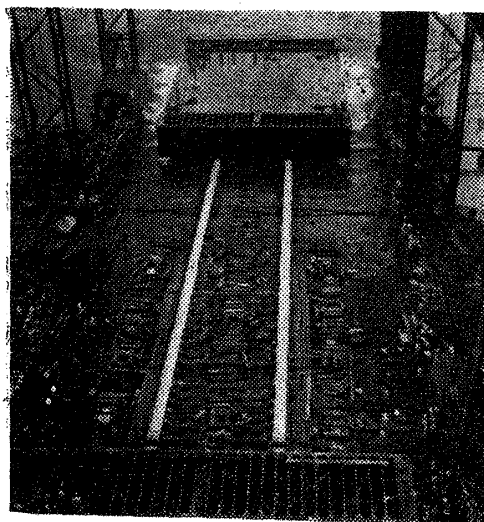


写真1 ポンツーンの起工後20日目進水状況

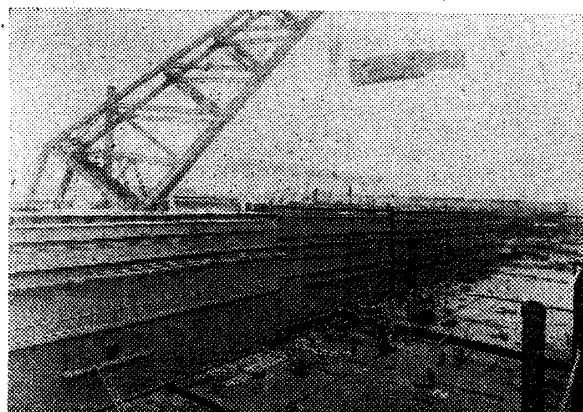


写真3 中央壁塔載状況

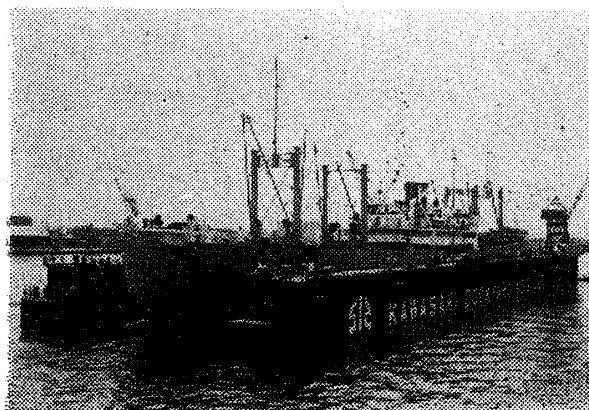


写真2 各種試験を完了、第一船として川崎汽船聖川丸を入渠せしめた状況

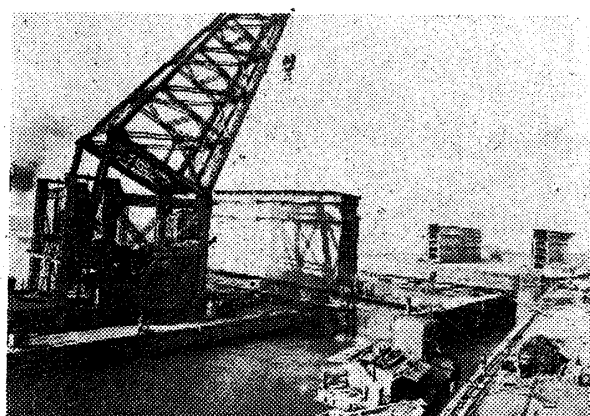


写真4 西浜岸壁に於ける側壁塔載状況